Rev. Acad. Canar. Cienc., Vol. XXVIII, 109-126 (diciembre de 2016)

Análisis taxonómico y paleoecológico de una asociación de gasterópodos terrestres del cuaternario de La Gomera

González, A.[1], C. Castillo[2(*)], J. Notario del Pino[2(**)] & C. García-Gotera[2]

[1] C/ Juan Rumeu García 30, 1° pta. 3, 38008, S/C Tenerife, Tenerife
alberto.gr.93@outlook.com

[2] Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología
Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife
(*) ccruiz@ull.edu.es / (**) jnotario@ull.edu.es

RESUMEN

En este estudio se describe, la asociación de gasterópodos terrestres del yacimiento Cuaternario de Camiña (La Gomera, islas Canarias, España), un paleosuelo situado a 230 m sobre el nivel del mar y desarrollado sobre coladas basálticas con niveles de brechas subordinadas. Se identificaron un total de ocho especies pertenecientes a siete géneros y siete familias. El análisis de la abundancia relativa determinó que la asociación incluye dos especies fundamentales, con un grado de fragmentación similar al de otros paleosuelos de Canarias. Todas las especies se encuentran actualmente en La Gomera, salvo el género *Pomatias*, solo citado como fósil. Debido a que apenas existen datos de fósiles de gasterópodos terrestres de la Gomera, este trabajo contribuye al conocimiento de un grupo de gran interés en la reconstrucción paleoambiental y paleoecológica, permitiendo interpretar cambios temporales en los ecosistemas y evaluar perturbaciones o alteraciones en los actuales. Además, permite ampliar así el conocimiento del patrimonio paleontológico de La Gomera.

Palabras clave: Asociación, caracoles terrestres, fósil, paleosuelo, La Gomera

ABSTRACT

This study has described the association of terrestrial gastropods in Camiña Quaternary deposit (La Gomera, Canary Islands, Spain). A paleosol located 230 m above sea level and formed on basaltic flows with gaps subordinate levels. A total of eight species were identified belonging to seven genera and seven families. The relative abundance of species determined that the association includes two fundamental species, with a similar degree of fragmentation to other paleosols in Canary Islands. All of them are currently in La Gomera, except gender *Pomatias* only cited as fossil. Because there is little data from

fossils of land gastropods of La Gomera, this work contributes to the knowledge of a group to great interest in the paleoenvironmental and paleoecological reconstruction, allowing interpret temporal changes in ecosystems and evaluate disturbances or changes in current. Expanding the knowledge of paleontological heritage of La Gomera.

Key words: land snail assemblages, fossil, paleosol, La Gomera

1. INTRODUCCIÓN

La Gomera es la segunda isla menos extensa de Canarias, siendo además la única que no ha tenido actividad volcánica durante el Cuaternario. Asimismo, junto a Fuerteventura y La Palma, es uno de los pocos casos donde es visible el llamado Complejo Basal (CENDRERO, 1970) (Figura 1A).

El yacimiento de Camiña (en adelante GMC) se sitúa aproximadamente a 230 metros sobre el nivel del mar, junto a la costa del municipio de Hermigua (La Gomera) (Figura 1A). Está formado por un paleosuelo con características vérticas sobre el denominado Edificio Antiguo, formando parte de los llamados "basaltos antiguos inferiores" (BRAVO, 1964) (Figura 1B), compuesto por coladas basálticas tipo pahoehoe (datadas entre los 11 y 8,7 Ma, ANCHOEA *et al.*, 2006), que afloran en la zona de desembocadura del barranco de Hermigua y en el extremo occidental (área de Tazo-Alojera). Estas coladas, que suelen ser basálticas con composición olivínico-piroxénica y gran predominio de fenocristales de augita, presentan signos de basculamiento y fuerte diaclasado.

La vegetación de la zona consiste básicamente en un cardonal de *Euphorbia canariensis* L., y corresponde con un área en la que la vegetación se encuentra incluida en la

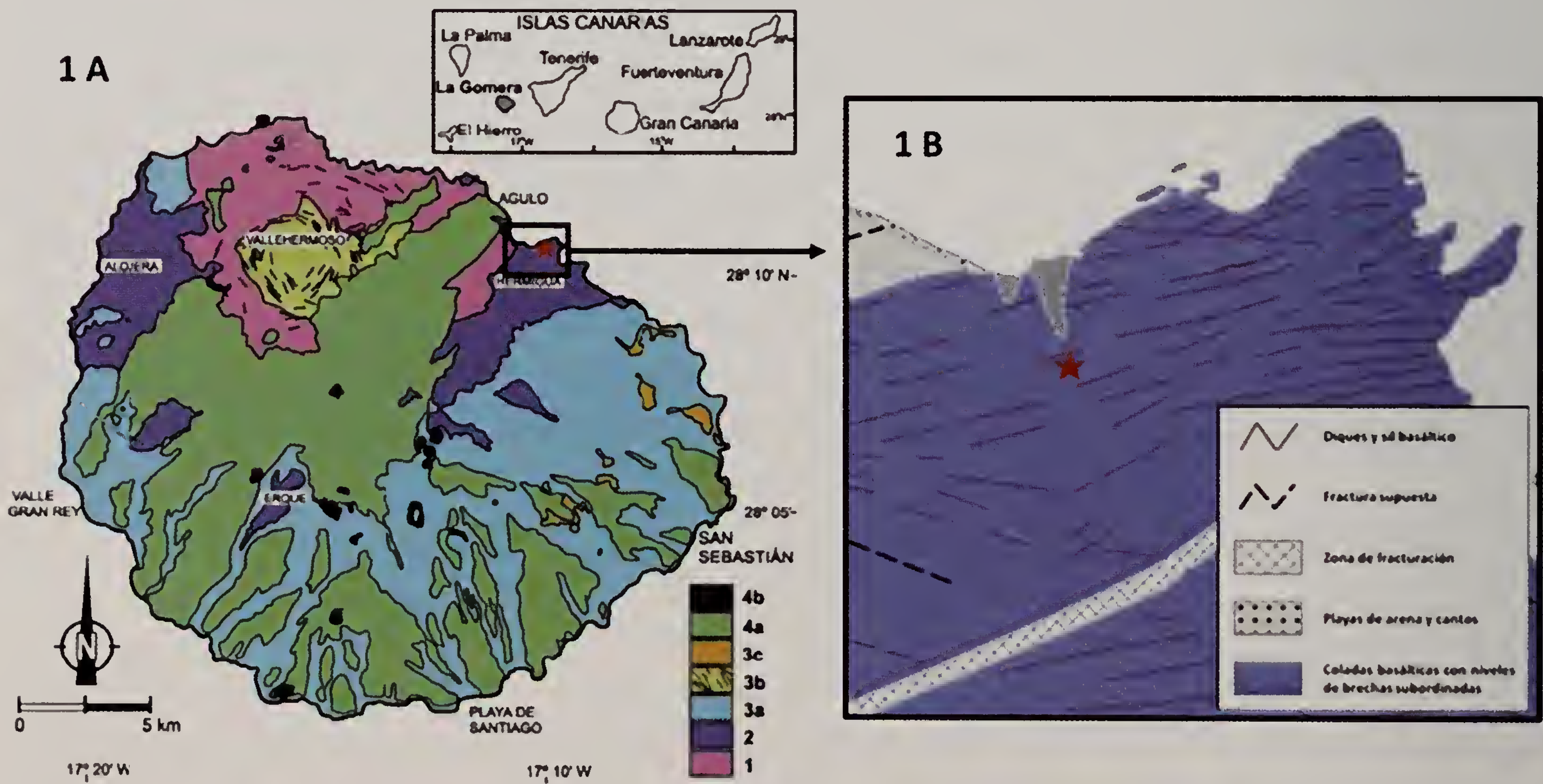


Figura 1A.- Mapa geológico de La Gomera (modificado de Herrera *et al.*, 2008) **1:** Complejo Basal; **2:** Basaltos Antiguos Inferiores; **3a:** Basaltos Antiguos Superiores; **3b:** Rocas Sálicas de Vallehermoso; **3c:** Rocas Sálicas del Este; **4a:** Basaltos Recientes; **4b:** Roques. **Figura 1B.-** Mapa geológico de la zona del yacimiento GCM (★).

clase fitosociológica *Kleinio-Euphorbietea canariensis* (cardonal-tabaibal), así como formaciones naturales afines del tipo desarbolado y clima macaronésico.

El estudio de las asociaciones de gasterópodos permite determinar cambios en los ecosistemas o paleoecosistemas, debido, por ejemplo, a variaciones en la composición vegetal o en el clima. Esto es así porque dicha asociación puede presentar una distribución característica de un hábitat particular, pudiendo repetirse en otra región determinada donde se encuentre representado ese mismo hábitat (YANES, 2005; GARCÍA-GOTERA *et al.*, 2010). Esto nos permite establecer diferentes modelos de asociaciones en relación con su hábitat y modo de vida.

La distribución local de gasterópodos terrestres está determinada principalmente por el microclima, la cobertura vegetal (SÜMEGI & KROLOPP, 2000) y las características físicas del hábitat (SUOMINEN *et al.*, 2003). Ello da como resultado, en una determinada región, que la diversidad de estos moluscos se vea favorecida por una mayor variedad de ambientes disponibles, por el gradiente altitudinal y por marcados contrastes locales en el régimen de pluviometría.

Por ello, el estudio de las asociaciones fósiles de gasterópodos terrestres es muy útil en paleoecología, pues permite reconstruir las condiciones paleoclimáticas y paleoambientales (GARCÍA-GOTERA *et al.*, 2010) así como evidenciar diferentes procesos evolutivos (HUTLEY *et al.*, 2008), teniendo gran interés especialmente en ecosistemas insulares, como es de caso de Canarias, por ser este uno de los grupos faunísticos con una mayor tasa de endemicidad.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron 10 réplicas de sedimento de 1 kg que se tamizaron en seco con tamices de luz de malla de 2 y 1 mm. Se obtuvieron 874 restos fósiles de gasterópodos terrestres, cuya determinación taxonómica se llevó a cabo mediante comparación con las colecciones científicas de material canario conservadas en el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, así como especies citadas y figuradas de la bibliografía (SERNA & GÓMEZ, 2008; GROH, 1985).

Se determinó su abundancia relativa y clasificó según la bibliografía, distinguiendo entre especies fundamentales, cuya abundancia relativa es mayor que el 10% y presentes en al menos la mitad de los niveles de la agrupación, (GARCÍA-GOTERA *et al.*, 2010) y acompañantes (abundancia relativa menor que el 10%). Asimismo, dentro de las especies fundamentales, se consideró especie dominante la que supone más del 50% en la asociación.

También se obtuvo la biometría (Figura 2) de las especies más abundantes de la asociación, para lo que el tamaño muestral considerado fue de 15 individuos para *Pomatias laevigatus* y *Hemicycla fritschi*. Además se recogieron datos tafonómicos relativos al estado de conservación de todos los restos fósiles como el grado de fragmentación (número de individuos que presentan roturas o ausencia de fragmentos parciales), bioerosión y pérdida de color u ornamentación.

Los datos estadísticos fueron procesados con SPSS y PAST, obteniendo con ellos una curva de acumulación de especies y cuatro índices de diversidad de la comunidad, comúnmente utilizados en la literatura (MAGURRAN, 1988): índice de riqueza de Marga-

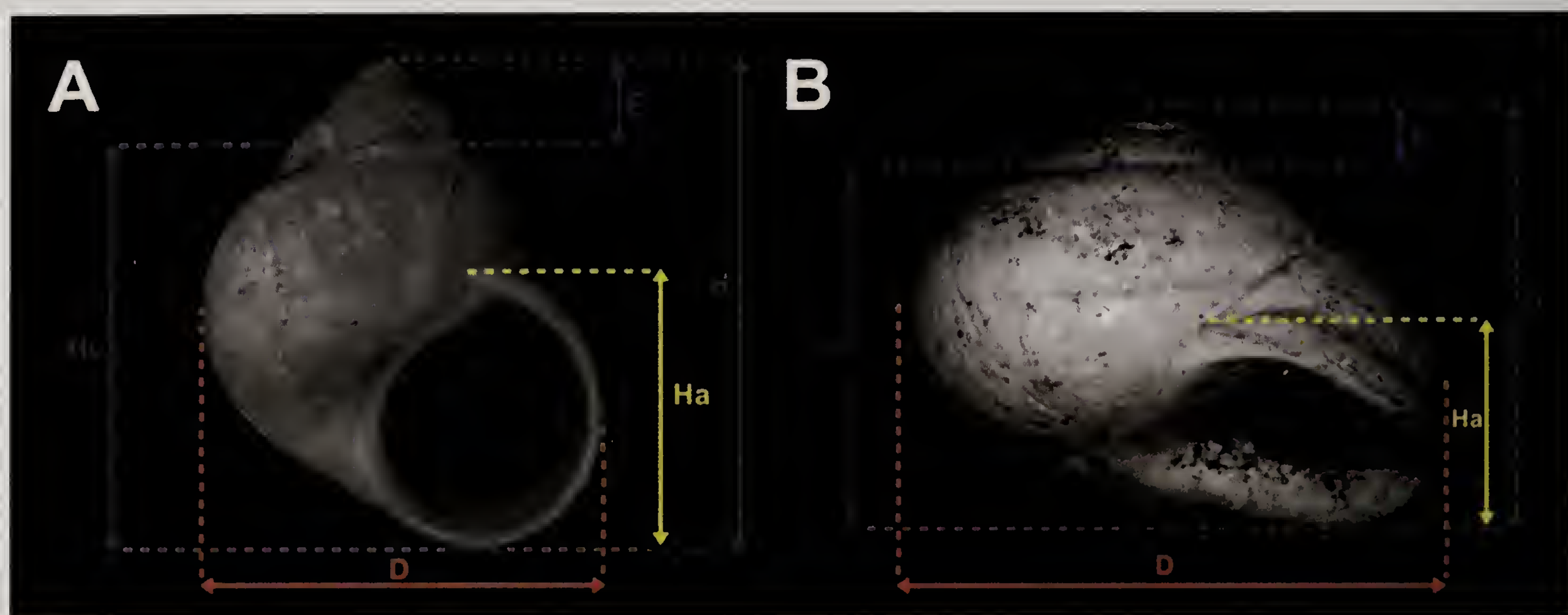


Figura 2.- Esquema explicativo de las medidas tomadas para *Pomatias* (**A**) y *Hemicycla* (**B**). **D:** Diámetro máximo; **H:** Altura; **Hv:** Altura de la última vuelta de espira; **Ha:** Altura de la abertura; **E:** Espira.

lef (D_{MG}), uniformidad de Pielou (J), índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') e índice de dominancia de Simpson (D).

Finalmente se calcularon algunas propiedades edáficas en el conjunto de horizontes identificados en el perfil del suelo: pH (en H_2O, relación 1:2.5 p:v), conductividad eléctrica (extracto saturado, según el método de RICHARDS, 1954), granulometría (empleando la técnica del densímetro de Boyoucos) y el contenido de C orgánico oxidable por vía húmeda (oxidación con $K_2Cr_2O_7$ 1N en medio sulfúrico y valoración del exceso por retroceso con una disolución 0.5N de sulfato ferroso amónico, según WALKLEY & BLACK, 1934).

3. RESULTADOS

3.1. Sistemática

Los restos fósiles estudiados pertenecen a 874 individuos, que representan a ocho especies correspondientes a siete géneros, pertenecientes a siete familias (Tabla 1). Presentan un alto grado de endemismo (sobre el 75%) siendo tres de ellas exclusivas de La Gomera.

A continuación se hace una breve descripción de la concha de cada especie, y se indica el hábitat en el que se encuentran:

Orden Neotaenioglossa
Familia Pomatiidae
***Pomatias laevigatus* (Webb & Berthelot, 1833)**
(Lámina 1-C)

Descripción: Este género presenta una concha con mayor altura que diámetro, siendo la última vuelta muy globosa y con forma conoide adapicalmente. Tiene una abertura grande, más alta que ancha, siendo la mitad de la altura total de la concha. Labio liso, le-

Tabla 1.- Cuadro taxonómico de las especies de gasterópodos terrestres fósiles del yacimiento de Camiña y su distribución actual en el Archipiélago Canario. (* especie endémica; ** género endémico; *** especie no endémica). H: El Hierro; **P:** La Palma; **G:** La Gomera; **T:** Tenerife; **C:** Gran Canaria; **F:** Fuerteventura; **L:** Lanzarote; **?:** presencia dudosa en la isla.

CLASE GASTROPODA	**Endémicas**	**Biogeografía**
Orden NEOTAENIOGLOSSA		
Familia Pomatiidae		
Pomatias laevigatus (Webb & Berthelot, 1833)	*	G? T
Orden PULMONATA		
Familia Enidae		
Napaeus cf. voggenreiteri Hutterer, 2006	**	G
Familia Helicidae		
Hemicycla efferata (Mousson, 1872)	*	G
Hemicycla fritschi (Mousson, 1872)	*	G
Familia Hygromiidae		
Canariella squamata Alonso, Ibáñez & Ponte-Lira, 2003	**	G
Familia Pristilomatidae		
Vitrea contracta (Westerlund, 1871)	***	H P G T C F L
Familia Streptaxidae		
Gibbulinella dealbata (Webb & Berthelot, 1833)	**	P G T C F?
Familia Trissexodontidae		
Caracollina lenticula (Michaud, 1831)	***	H P G T C F L

vemente engrosado, y ombligo muy pequeño, apenas una hendidura estrecha formada por el repliegue del borde columelar del peristoma con la porción interna del resto de las vueltas espirales.

Distribución y hábitat: Es un gasterópodo terrestre actualmente descrito únicamente en Tenerife, aunque se encuentra presente en forma fósil en La Gomera (GROH, 1985). Se trata de un endemismo canario con amplia distribución ecológica, desde el nivel del mar hasta 750 m de altitud, ligado a enclaves de vegetación halófila-costera, cardonal-tabaibal y, en cotas más elevadas, a jarales (ALONSO *et al.*, 1990).

Orden Pulmonata
Familia Enidae
***Napaeus cf. voggenreiteri* Hutterer, 2006**
(Lámina 1-E).

Descripción: La concha es cilíndrica con el ápice cónico muy agudo, robusta, delgada y con protoconcha lisa. La apertura es desdentada y muy amplia, curvada y angular en

la unión de los bordes columelares. El peristoma aparece un poco expandido y engrosado en un labio.

Distribución y hábitat: *Napaeus* es uno de los géneros con mayor número de especies en Canarias (IZQUIERDO *et al.*, 2004), estando más diversificado en La Gomera y Tenerife. Esta especie es endémica de La Gomera y se encuentra distribuida en pequeñas áreas al noroeste de la isla, entre 200 y 550 metros sobre el nivel del mar (ALONSO *et al.*, 2006).

Familia Helicidae

Hemicycla efferata (Mousson, 1872)

(Lámina 1-A)

Descripción: La concha es globulosa, de solidez media, incluso frágil, con la espira elevada, siendo la porción adapical más globosa que la abapical con suturas marcadas. Ápice prominente y protoconcha con finas rugosidades y ombligo inexistente. Abertura casi totalmente redonda, algo oval. Peristoma poco engrosado.

Distribución y hábitat: Es un gasterópodo terrestre descrito originariamente a partir de material fósil, aunque recientemente ha sido hallado un ejemplar vivo en La Gomera (GROH, 1985), de donde es endémico. Es la especie viviente de mayor tamaño del género *Hemicycla*.

Hemicycla fritschi (Mousson, 1872)

(Lámina 1-B)

Descripción: La concha es muy globosa, más en la parte adapical, y abertura redondeada, algo cuadrangular. Peristoma engrosado y ombligo ausente. Ápice prominente, con la protoconcha lisa, con levísimas granulaciones que se organizan dando lugar a una fina estriación.

Distribución y hábitat: Es un gasterópodo terrestre actualmente presente en La Gomera, donde es endémica. Se distribuye por casi toda la isla, ocupando biotopos del piso basal y termófilo siendo muy abundante, aunque ausente en bosques de laurisilva. (SERNA & GÓMEZ, 2008).

Familia Hygromiidae

Canariella squamata Alonso, Ibáñez & Ponte-Lira, 2003

(Lámina 1-D)

Descripción: La concha es discoide, deprimida, con la espira elevada y algo cónica. Sutura de la espira poco marcada y ápice prominente y fino, con la protoconcha casi lisa, con algunas finas estrías difusas. Ombligo de medianas proporciones, algo excéntrico, profundo y casi cilíndrico, salvo en su porción más externa, donde se abre un poco y deja ver parte del arrollamiento espiral. Abertura semilunar, algo rectangular, con el peristoma muy fino, algo engrosado interiormente, sin llegar siquiera a cubrirlo parcialmente.

Distribución y hábitat: Es un gasterópodo terrestre endémico de La Gomera, distribuida en la zona noroeste de la isla, entre los 100 y los 1100 m, en hábitats del piso basal y termófilo hasta llegar al fayal-brezal (SERNA & GÓMEZ, 2008)

Familia Pristilomatidae
Vitrea contracta (Westerlund, 1871)

Descripción: La concha es deprimida, fina, lisa, brillante y traslúcida. Espiras poco convexas y de crecimiento regular, la última apenas algo más ancha que la penúltima. Ápice romo, poco prominente. Protoconcha muy lisa y brillante. Ombligo de amplitud media, cilíndrico, sin apenas dejar ver el arrollamiento interno. Abertura semilunar, con el peristoma cortante, muy fino, no engrosado.

Distribución y hábitat: Es un gasterópodo terrestre de distribución europeo-macaronésica, que habita entre el humus, en lugares más bien húmedos y frescos (SERNA & GÓMEZ, 2008).

Familia Streptaxidae
Gibbulinella dealbata (Webb et Berthelot, 1833)
(Lámina 1-F)

Descripción: La concha es cilíndrica, de espira muy elevada, siendo igual de ancha en su porción adapical que en la abapical con espiras poco convexas. Ápice muy romo, con la protoconcha lisa. Con finas costillas separadas por espacios bien definidos, más patente en la última vuelta. Abertura ovalada algo cuadrangular (más alta que ancha). Ombligo casi imperceptible, a modo de fina hendidura por el reborde de la última vuelta sobre su eje. Peristoma fino, blanco, débilmente engrosado en toda su extensión.

Distribución y hábitat: Es un gasterópodo terrestre endémico de Canarias que habita biotopos de tipo basal y termófilo (SERNA & GÓMEZ, 2008).

Familia Trissexodontidae
Caracollina lenticula (Michaud, 1831)
(Lámina 1-G)

Descripción: La concha está muy deprimida, lenticular, con espiras poco convexas de crecimiento rápido, la última casi igual de ancha que la penúltima. Suturas medianamente marcadas. Estriación fina y muy regular, más patente en la cara adapical de la concha. Por todo el contorno de las vueltas espirales se aprecia una fuerte angulación, menos prominente en la última vuelta de espira. Abertura ovalada, angulosa en su extremidad externa. Peristoma fino, apenas levemente engrosado y cortante. Ombligo ancho que deja ver el arrollamiento interno con protoconcha lisa. Ápice poco prominente, casi al mismo nivel que el resto de las vueltas.

Distribución y hábitat: Se trata de un gasterópodo terrestre de hábitat mediterráneo-macaronésica, de amplia valencia ecológica (SERNA & GÓMEZ, 2008).

3.2. Datos Estadísticos

Según la curva de acumulación (Figura 3), el número de especies hallado por réplica varía entre 4 y 7, estando siempre presentes *Pomatias laevigatus* y *Hemicycla fritschi* en todas ellas, que son además las que tienen mayor número de individuos en las 10 réplicas. Todas han sido identificadas en alguna de las réplicas, a excepción de *Hemicycla efferata* que sólo se ha encontrado en los muestreos directos.

La curva de acumulación de especies demuestra que el método de muestreo en este yacimiento (10 réplicas de sedimento de 1 kg), ha sido muy efectivo y las muestras obtenidas son representativas de la fauna que contienen, dada la asintonía en la curva, la cual indica que un aumento en el número de réplicas no supondrá un incremento en el número de especies halladas.

En lo que se refiere a la abundancia relativa (Figura 4), los valores muestran que las especies fundamentales son *Pomatias laevigatus* (52%) y *Hemicycla fritschi* (19%), mientras que el resto de las especies no alcanzan el 10% de abundancia, por lo que se consideran acompañantes. Por tanto, la asociación de Camiña estaría formada por dos especies fundamentales y seis acompañantes (*Hemicycla efferata*, *Napaeus cf. voggenreiteri*, *Canariella squamata*, *Vitrea contracta*, *Gibbulinella dealbata* y *Caracollina lenticula*). Además *Pomatias laevigatus* pasaría a ser la especie dominante de esta asociación al obtener más del 50%.

En cuanto al índice de riqueza de Margalef (DMG) el valor calculado fue 0,887, lo que indica que se trata de un yacimiento con baja diversidad al ser inferior a 2 (MARGA-

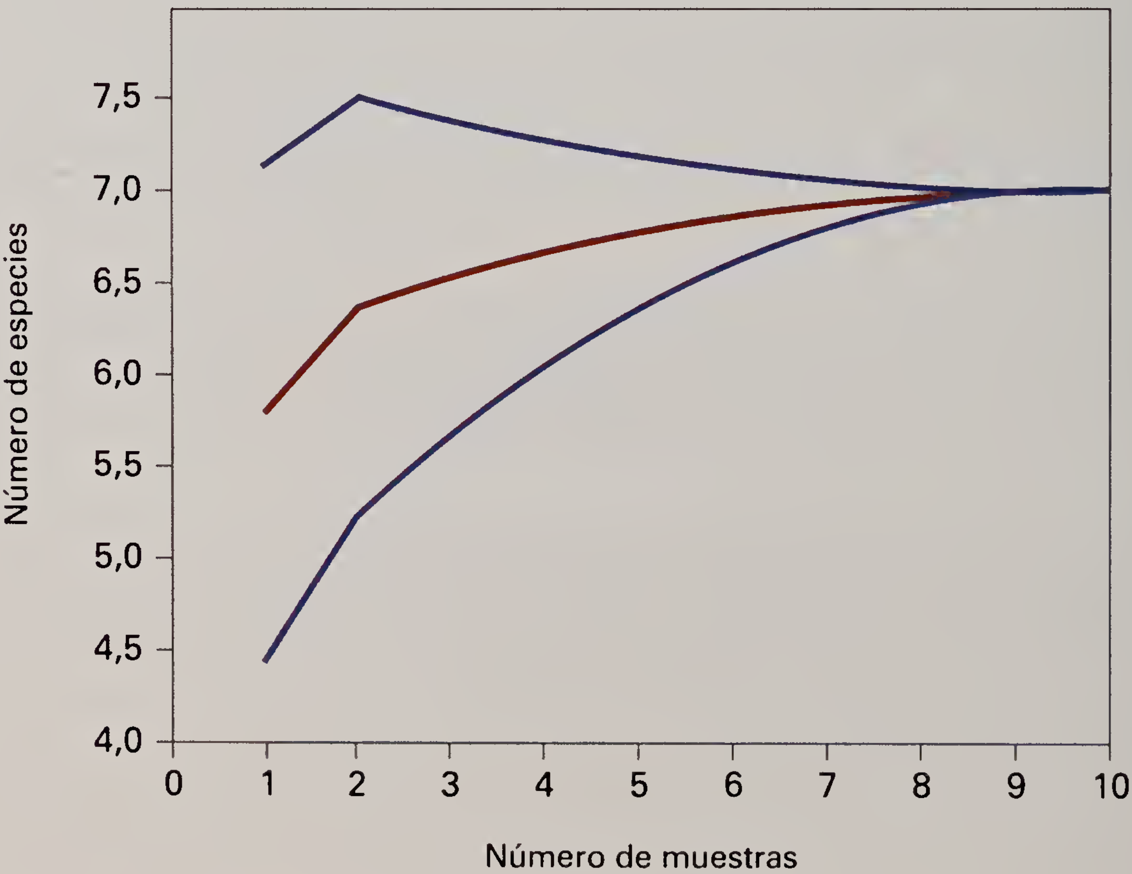


Figura 3.- Curva de acumulación de especies yacimiento de Camiña (GCM). En el eje x se representa el número de muestras realizadas. En el eje y se representa el número de especies identificadas. Las líneas de color azul son el intervalo de confianza (95%) de esta prueba.

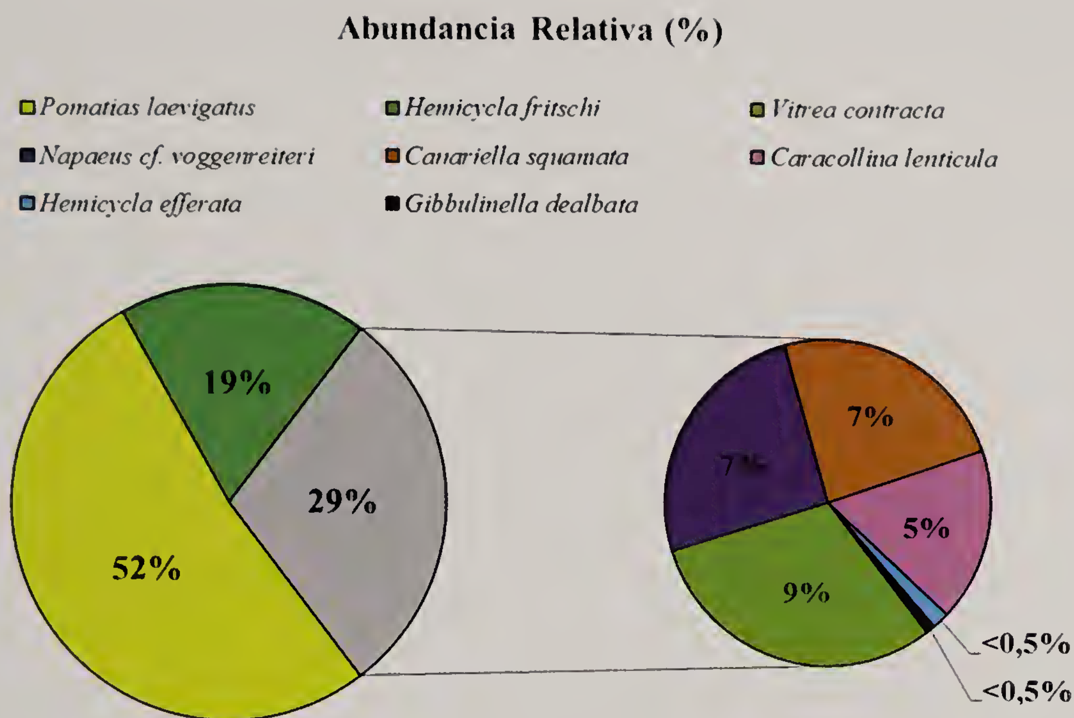


Figura 4.- Promedio de abundancia relativa de cada especie.

LEF, 1995). Para el índice de Uniformidad de Pielou (J) el valor es de 0,736, lo que pone de manifiesto la uniformidad en la abundancia de las especies del yacimiento, al ser el valor obtenido próximo a la unidad. Por lo que se refiere al índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') resulta en 1,432, muy próximo a 1,5 que corresponde al valor más frecuente para este índice, y nos muestra una biodiversidad media-baja. Por último, el índice de dominancia de Simpson (1-D) da un valor de 0,321, lo que sugiere que todos los taxones están representados de forma similar en la asociación, sin que ninguna especie la domine por completo, ya que el valor obtenido es próximo a 0.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en la abundancia relativa podemos determinar que se trata de una asociación con baja diversidad, pero que, sin embargo, tiene una buena representatividad de todas sus especies, siendo dos de ellas las que la representan mayoritariamente (*Pomatias laevigatus* y *Hemicycla fritschi*).

Según la forma de la concha, podemos clasificar estas especies en seis grupos (cónicas, globosas, cilíndricas, fusiformes, piramidales o deprimidas). Teniendo en cuenta esta clasificación y los datos de abundancia relativa se observa que aquellas especies con forma cónica y globosa presentan mayor abundancia, con un valor de 71% (representando la asociación), mientras que las que tienen conchas cilíndricas, fusiformes, piramidales o deprimidas son minoritarias, con un 29%.

En lo que se refiere a la conservación de los fósiles, para el grado de fragmentación (Tabla 2) se puso de manifiesto que las especies de menor tamaño (*Vitrea contracta* y *Caracolina lenticula*) presentan un grado de fragmentación bajo (< 25%), *Pomatias laevigatus* y *Hemicycla efferata* presentan fragmentación media (entre 25% y 60%), y el resto presenta un grado alto de fragmentación (> 60%). Además en el caso de las especies de talla grande también se apreciaron claros signos de bioerosión, como desgastes en la concha, pérdida de color y ornamentación, no siendo así en las especies de talla pequeña, las cuales conservaban claramente estrías o costillas en la concha (Figura 5).

Tabla 2.- Grado de fragmentación de los fósiles. Color verde: bajo; color naranja: medio; color rojo: alto.

Especie	Nº Ind. Fragmentados	Nº Ind. Totales	Grado Fragmentación
Caracollina lenticula	0	40	0%
Vitrea contracta	0	80	0%
Hemicycla efferata	2	5	40%
Pomatias laevigatus	208	441	47%
Gibbulinella dealbata	2	3	67%
Napaeus cf. voggenreiteri	64	72	89%
Hemicycla fritschi	160	177	90%
Canariella squamata	56	56	100%



Figura 5.- Foto del estado de los fósiles en el yacimiento GCM, puede observarse el alto grado de fragmentación de las cochas de los gasterópodos. Fotografía tomada por Alberto González Rodríguez.

Respecto al análisis biométrico, los resultados de los análisis estadísticos para *Pomatias laevigatus* (Tabla 3) determinaron que el número medio de vueltas de espira es de 4 + ¼ (Rango: 4 – 4 + ½) con un diámetro medio de 13,7 mm y una altura media de 17,3 mm.

Los resultados de estos mismos análisis para *Hemicycla fritschi* (Tabla 4) determinaron a su vez un número medio de vueltas de espira de 4 + ½ (Rango: 4 + ½ - 4 + ¾), un diámetro medio de 20,3 mm y una altura media de 15,5 mm.

El perfil del suelo (Tabla 5) consta de tres horizontes (A, B_{w1} y B_{w2}) hasta un contacto paralítico (material rocoso fragmentado) subyacente, totalizando más de 1 m hasta él

Tabla 3.- Resultados de las mediciones de *Pomatias laevigatus* (cm). **N:** Número de individuos; **D:** Diámetro máximo; **H:** Altura; **Hv:** Altura de la última vuelta de espira; **Ha:** Altura de la abertura; **E:** Espira.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
D	15	1,32	1,41	1,37	0,03
H	15	1,64	1,84	1,73	0,06
Hv	15	1,38	1,53	1,45	0,04
Ha	15	0,99	1,08	1,03	0,03
E	15	0,23	0,35	0,28	0,03

Tabla 4.- Resultados de las mediciones de *Hemicycla fritschi* (cm). **N:** Número de individuos; **D:** Diámetro máximo; **H:** Altura; **Hv:** Altura de la última vuelta de espira; **Ha:** Altura de la abertura; **E:** Espira.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
D	15	1,9	2,41	2,03	0,07
H	15	1,43	1,65	1,55	0,06
Hv	15	1,28	1,44	1,39	0,04
Ha	15	1,04	1,21	1,13	0,04
E	15	0,08	0,21	0,15	0,04

Tabla 5.- Propiedades físico-químicas de las muestras de suelo tomadas en el yacimiento. Conductividades eléctricas expresadas en $S.cm^{-1}$. Valores de C orgánico expresados en $g.kg^{-1}$ de suelo.

Horizonte	Espesor	pH	C.E.	C orgánico	%Arena	%Limo	%Arcilla
A	10 cm	8,6	1021	8,4	37,95	35,95	29,38
B_{w1}	50 cm	9,7	1234	0,8	38,81	37,80	27,96
B_{w2}	50 cm	9,6	2257	1,9	23,59	34,86	43,57

(Figura 6). Se trata por tanto de un suelo de gran espesor, lo cual estaría probablemente en relación con su génesis a partir de derrubios de ladera. La estructura cambia progresivamente con la profundidad, desde granular compuesta en el horizonte superficial (A) hasta prismática angular en el B_{w2}, lo cual corresponde con un progresivo enriquecimiento de la granulometría en arcilla en profundidad.

Existen algunas características vérticas en el conjunto del perfil (caras de deslizamiento en agregados prismáticos y poliédricos angulares, así como grietas de retracción muy evidentes en el momento de la descripción), que sugieren un predominio de arcillas expansibles en la fracción fina. El ensayo de campo del HCl indica la presencia generali-

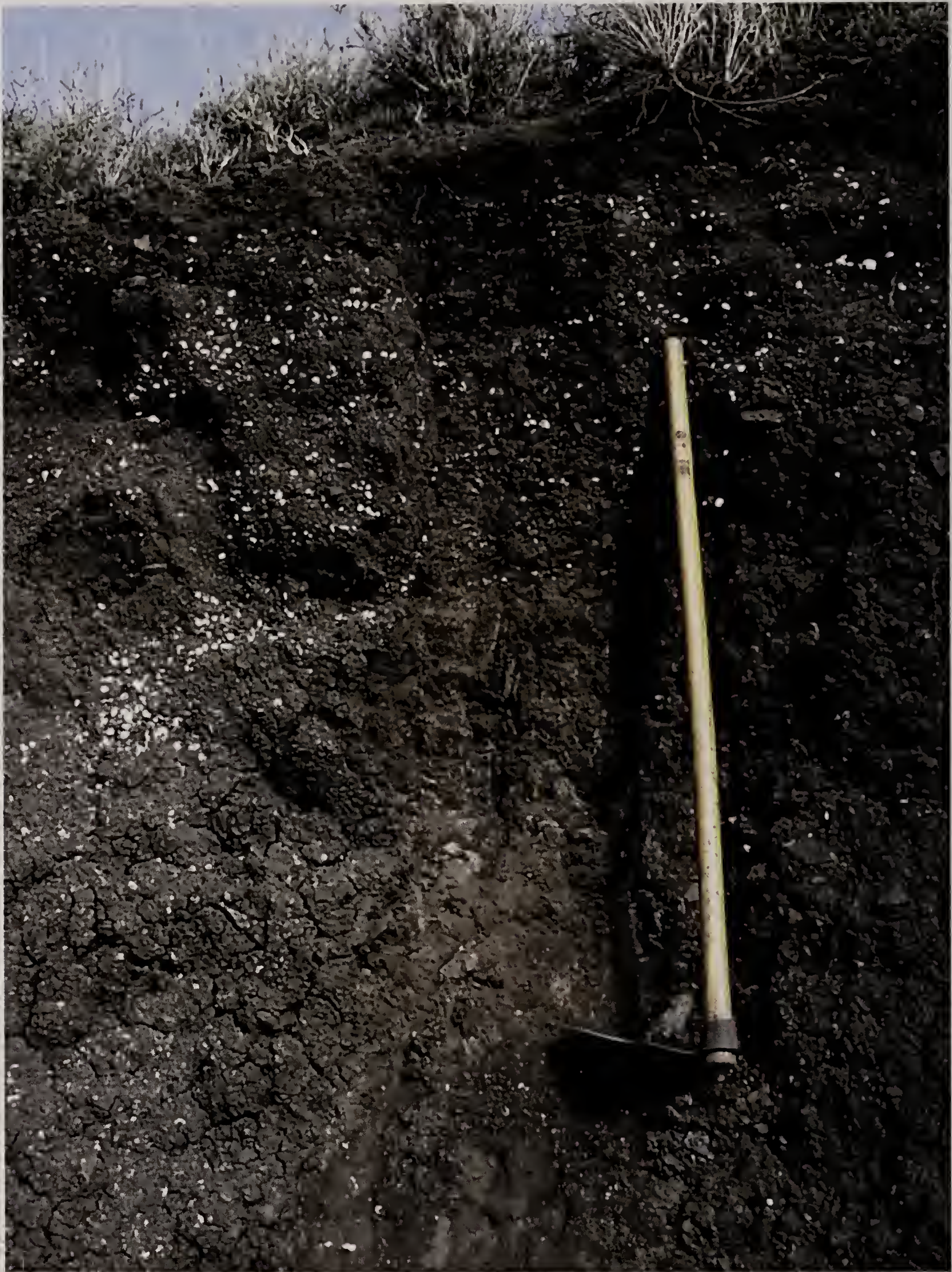


Figura 6.- Perfil del paleosuelo del yacimiento de Camiña (La Gomera) del que proceden las muestras estudiadas (réplicas de sedimento y recogida directa de conchas completas). Nótese la alta concentración de fósiles de gasterópodos terrestres en algunas zonas del perfil. Fotografía tomada por Jesús Santiago Notario del Pino.

zada de carbonatos en todo el perfil, lo cual concuerda con los valores de pH medidos en las muestras respectivas, siempre superiores a 8. El contenido de C orgánico es bajo o muy bajo, lo que también guarda relación con características vérticas en suelos costeros de la vertiente norte de la isla, tal y como han señalado otros autores (FERNÁNDEZ-CALDAS *et al.*, 1974; CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LA GOMERA, 2013).

Los valores de conductividad eléctrica en pasta saturada indican concentraciones salinas moderadamente elevadas, propias de suelos próximos a la costa o sometidos a la influencia de aerosoles marinos. Los contenidos de arcilla y la salinidad del suelo están correlacionados, lo que podría sugerir la existencia de procesos de lavado conjunto hacia la base del perfil, debidos a las aguas percolantes, si bien de intensidad limitada debido a la aridez del clima en la zona.

4. DISCUSIÓN

Basándonos en los datos obtenidos, la paleoasociación se caracteriza por la dominancia de las especies *Pomatias laevigatus* (más del 50%) y *Hemicycla fritschi* (19%). Todas las especies halladas se encuentran actualmente en La Gomera, salvo el género *Pomatias*, de momento citado únicamente como fósil (GROH, 1985), y considerado como extirpado de la isla o extinto. Si bien no se dispone de datos actuales de abundancia, esto implicaría cambios en la composición de las asociaciones de gasterópodos terrestres respecto a la actualidad, perdiendo importancia una de las especies mayoritarias, relicta del Terciario (WILMSMEIER & NEUBERT, 2012). Además, el género *Pomatias* ha sido atribuido a zonas boscosas y de matorral, siempre en ambientes húmedos (SALVADOR *et al.*, 2016), lo que no concuerda con la situación que presenta actualmente el yacimiento.

Los valores de pH y la presencia de carbonatos en todos los horizontes del suelo configuran un hábitat óptimo para los gasterópodos terrestres (BRAGADOS *et al.*, 2010), y contribuyen a explicar la gran acumulación de fósiles observada en este estudio.

El grado de fragmentación y conservación de las especies halladas en el yacimiento GMC y el tipo de paleosuelo es similar al de otros paleosuelos en Canarias, aunque es algo más bajo (56 %) que los encontrados en otros de ambientes áridos que alcanzan el 75% en las conchas adultas (YANES *et al.*, 2008), siendo mayor en las especies de mayor talla. Además, otros rasgos relacionados con el proceso de fosilización como la bioerosión y el desgaste de las conchas encontradas, así como la pérdida de ornamentación, también se observa especialmente en las especies de mayor tamaño.

Al relacionar esta asociación con otras, también correspondientes al Cuaternario de Canarias y situadas en un rango altitudinal comparable (0-300 m s.n.m.), se pone de manifiesto que su estructura es semejante a las descritas previamente en Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote. Se trata de asociaciones pauciespecíficas, lo que significa que una o dos especies suponen una abundancia relativa superior al 60% (CASTILLO *et al.*, 2002; YANES *et al.*, 2008; GARCÍA-GOTERA *et al.*, 2010). Esto sugiere la existencia de un patrón general para las asociaciones de gasterópodos terrestres a baja altitud que se repite al menos en cuatro islas. Asimismo, la composición taxonómica de los taxones fundamentales, también indica gran similitud entre la asociación del norte de la Gomera y las del norte de Gran Canaria, dominadas por los géneros *Pomatias* y *Hemicycla*.

Se desconocen las causas que explican este cambio en nuestra paleoasociación. Estos podrían deberse a alteraciones en la vegetación de la zona inducidos por variaciones climáticas ocurridas durante el Cuaternario, capaces de ejercer algún tipo de estrés sobre las especies, y por consiguiente sobre la asociación actual. Estudios recientes llevados a cabo en la isla de La Gomera (NOGUÉ *et al.*, 2013) sugieren una transición drás-

tica de clima húmedo a seco hace aproximadamente 5.500 años, no asociados a acción antrópica. Existen evidencias relevantes de un cambio en el patrón general de vegetación con una disminución en los árboles hidrófilos, es decir, aquellos que viven en medios con una alta humedad. De modo que si bien podría quedar justificado el cambio climático como uno de los causantes de la perturbación en la asociación, tampoco se puede descartar alguna acción antrópica en la zona del yacimiento, o una combinación de ambos factores. Se ha observado en muchas regiones del mundo, que episodios sucesivos de deforestación y cultivo han dado lugar al empobrecimiento de los suelos por la erosión, lixiviación de nutrientes, y la acidificación, por lo general asociados con la pérdida de la biodiversidad (DUPOUEY *et al.*, 2002). Es posible que los cambios sufridos en la vegetación original de la isla por la acción antrópica (deforestación y agricultura) pudieron alterar las características del suelo de forma irreversible en tiempos históricos y por tanto alterar las comunidades de gasterópodos terrestres. La carencia de datos actualizados sobre las asociaciones fósiles y actuales de La Gomera impide verificar cualquiera de estas hipótesis, al menos por ahora.

A pesar de la existencia de datos sobre otros yacimientos fósiles en la isla (GARCÍA-TALAVERA *et al.*, 1989; GROH, 1985), como el de Puntallana en San Sebastián de La Gomera, donde hay citados restos de gasterópodos terrestres fósiles a nivel de género, las investigaciones realizadas hasta ahora en ellos son insuficientes y apenas aportan información con la que poder realizar alguna comparación. Por lo tanto, y a falta de estos estudios sobre las asociaciones de gasterópodos terrestres en la isla de La Gomera, sería muy conveniente realizar muestreos de poblaciones en lugares cercanos al yacimiento GMC, en el caso de las especies actuales, para así poder realizar comparaciones más consistentes con los resultados de este trabajo y determinar el estado actual de las asociaciones de gasterópodos terrestres en la zona de interés. Y en el caso de las especies fósiles sería también muy conveniente seguir en la línea de este trabajo y realizar estudios paleoecológicos de los yacimientos ya conocidos, para poder establecer relaciones entre ellos.

Por último, cabe señalar que el estudio contribuye a ampliar el conocimiento del patrimonio paleontológico de la isla. Hoy en día la puesta en valor del patrimonio paleontológico tiene muchas aplicaciones entre las que se destacan su uso en la conservación de la biodiversidad (DIETL & FLESSA, 2011) o como un recurso educativo, cultural y turístico (CASTILLO *et al.*, 2001; ALCALÁ, 2011)

5. CONCLUSIONES

El yacimiento Cuaternario de Camiña en La Gomera está caracterizado por una asociación de gasterópodos terrestres representada por dos especies fundamentales, *Pomatias laevigatus* y *Hemicycla fritschi* (71% de abundancia relativa) y seis acompañantes. Esta asociación, que se ha hallado en un paleosuelo con características vérticas, tiene una estructura parecida a las de las islas centrales y orientales del archipiélago distribuidas entre 0-300 m sobre el nivel del mar, asociadas al biotopo de piso basal. Esto podría indicar que en el Cuaternario, de forma general, en los ambientes de piso basal las paleocomunidades de gasterópodos terrestres están constituidas por uno o dos taxones predominantes.

De las ocho especies halladas en este yacimiento, la especie más abundante de la asociación es *Pomatias laevigatus* (con más del 50 % de abundancia relativa), no parece encontrarse actualmente en La Gomera, lo que indica que se ha producido cambios importantes en las asociaciones de gasterópodos terrestres actuales. Estos cambios se pueden explicar por varias causas, entre las posibles el recrudecimiento del clima en el Holoceno y la acción antrópica.

Este es el primer trabajo realizado sobre asociaciones de gasterópodos terrestres fósiles en la isla de La Gomera. Esta clase de estudios nos ayudan a comprender y entender cómo eran los ecosistemas y sus consecuencias en la actualidad.

Los fósiles también forman parte del Patrimonio Histórico de Canarias, por lo que su conservación y estudio se hacen indispensables para comprender la historia biológica de La Gomera y su futura conservación.

6. AGRADECIMIENTOS

Estamos en deuda con el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife y la conservadora de paleontología María Esther Martín González, por la ayuda prestada para poder acceder a los materiales depositados en las colecciones del museo y disponer del mismo para la realización de fotografías y medidas.

7. BIBLIOGRAFÍA

ALCALÁ, L. 2011. Un modelo de desarrollo regional fundamentado en recursos paleontológicos (Dinópolis-Teruel. España). Paleontología y dinosaurios desde América Latina, Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo. *Documentos y Testimonios*, 24: 253-260.

ALONSO, M.R., GOODACRE, S.L., EMERSON, B.C., IBÁÑEZ, M, HUTTERER, R. & GROH, K. 2006. Canarian land snail diversity: conflict between anatomical and molecular data on the phylogenetic placement of five new species of Napaeus (Gastropoda, Pulmonata, Enidae). *Journal of the Linnean Society*, 89: 169-187.

ALONSO, M., IBÁÑEZ, M., HENRÍQUEZ, F., VALIDO, M. & PONTELIRA, C. 1990. Atlas preliminar de los moluscos terrestres endémicos de canarias, presentes en Tenerife. *Vieraea*, 19: 251-265.

ANCOCHEA, E., F. HERNÁN, M.J. HUERTAS, J.L. BRÄNDLE & R HERRERA 2006. A new chronostratigraphical and evolutionary model for La Gomera: implications for the overall evolution of the Canarian Archipelago. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.* 157: 271-293.

BRAGADOS, M., ARAUJO, R. & APARICIO, M. 2010. *Atlas y libro rojo de los moluscos de Castilla-La Mancha.* 1º Ed. Organismo Autónomo Espacios Naturales de Castilla-La Mancha, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 21-26.

BRAVO, T. 1964. Estudio geológico y petrográfico de la isla de La Gomera. *Estudios Geol.* 20: 1-56.

CASTILLO, C., MARTÍN GONZÁLEZ, E. & MARTÍN OVAL, M. 2001. Valoración del Patrimonio Paleontológico de Canarias: propuesta de Puntos de Especial Interés paleontológico. *Revista Española de Paleontología*, nº extraordinario, 105-116.

CASTILLO, C., MARTÍN-GONZÁLEZ, E., YANES, Y., IBÁÑEZ, M., DE LA NUEZ, J., ALONSO, M. R. & QUESADA, M. L. 2002. Estudio preliminar de los depósitos dunares de los Islotes del Norte de Lanzarote. Implicaciones paleoambientales. *Geogaceta*. 32: 51- 54.

CENDRERO, A. 1970. *Estudio geológico y petrológico del complejo basal de la isla de La Gomera (Canarias)*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 264 pp.

CHAPMAN H.D. & P.F. PRATT. (1961). *Methods of analysis for soils, plants and waters*. Division of Agricultural Sciences, University of California, Riverside. 1: 68 pp.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LA GOMERA (2013). *Plan Hidrológico de La Gomera*. Documento de avance. Memoria de Información, Tomo I 274 pp.

DIETL, G. P. & FLESSA, K. W. 2011. Conservation paleobiology: putting the dead to work. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(1), 30-37.

DUPOUEY, J. L., DAMBRINE, E., LAFFITE, J. D. & MOARES, C. 2002. Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity. *Ecology*, 83(11): 2978-2984.

FERNÁNDEZ CALDAS, E., MONTURIOL, F. & F. GUTIÉRREZ JEREZ (1974). Distribución y características de los suelos canarios III. Isla de La Gomera. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 33 (7-8): 531-543.

GARCÍA-GOTERA, C. M., CASTILLO, C., QUESADA, M. L., DE LA NUEZ, J., IBÁÑEZ, M., ALONSO, M. R., VALIDO, M., LA ROCHE, F. & CEDRÉS, J. 2010. Asociaciones de gasterópodos terrestres del Pleistoceno Superior de Gran Canaria (Islas Canarias). Estudio preliminar. *Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza*. 9: 138-141.

GARCÍA-TALAVERA, C., PAREDES, R. & MARTÍN, M. (1989). *Catalogo-Inventario Yacimientos Paleontológicos Provincia Santa Cruz de Tenerife*. Museo Insular de Ciencias Naturales de Tenerife. Instituto de Estudios Canarios, 76 pp.

GROH, K. 1985. Landschnecken aus quartären wirbeltierfundstellen der kanarischen inseln (gastropoda). Bonn. zool. *Beitr*. 3/4(36): 395-415.

HERRERA, R., HUERTAS, M. & ANCOCHEA, E. 2008. Edades 40Ar-39Ar del complejo basal de la isla de la gomera. *Geogaceta*. 44: 7-10.

HUNTLEY, J., YANES, Y., KOWALEWSKI, M., CASTILLO, C., DELGADO-HUERTAS, A., IBÁÑEZ, M., ALONSO, M.R., ORTIZ, J.E. & TORRES, T. 2008. Testing limiting similarity in Quaternary terrestrial gastropods. *Paleobiology*. 34: 378–388.

IZQUIERDO, I., MARTÍN, J. L., ZURITA, N. & ARECHAVALETA, M. 2009. *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. 500 pp.

MAGURRAN, A. 1996. *Ecological Diversity and Its Measure*. Biometrics, 46(2): 179 pp

MARGALEF, R. (1995). *Ecología*. Barcelona, Omega, 968 pp.

NOGUÉ, S., DE NASCIMENTO L., FERNÁNDEZ-PALACIOS J.M. & WILLIS K.J. 2013. Past vegetation dynamics to infer Holocene climate changes in Tenerife and La Gomera Canary Islands. *Servicio de Publicaciones*, Universidad de La Laguna - 2013. 235-241 pp.

RICHARDS L. A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Ed. USDA, Agriculture Handbook 60. U.S. Government Print Office. Washington DC. 160 pp.

SALVADOR, R. B., PRIETO, J., MAYR, C., & RASSER, M. W. 2016. New gastropod assemblages from the Early/Middle Miocene of Riedensheim and Adelschlag-Fasanerie, southern Germany. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, 279(2): 127-154.

SERNA, J. T. & GÓMEZ, J. T. 2008. Contribución al conocimiento de los moluscos fósiles de las islas canarias. *Spira*. 2(4): 199-221.

SÜMEGI, P. & KROLOPP, E. 2000. Quaternary-Malacological analyses for modelling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian basin. *Geolines*. 11: 139-141.

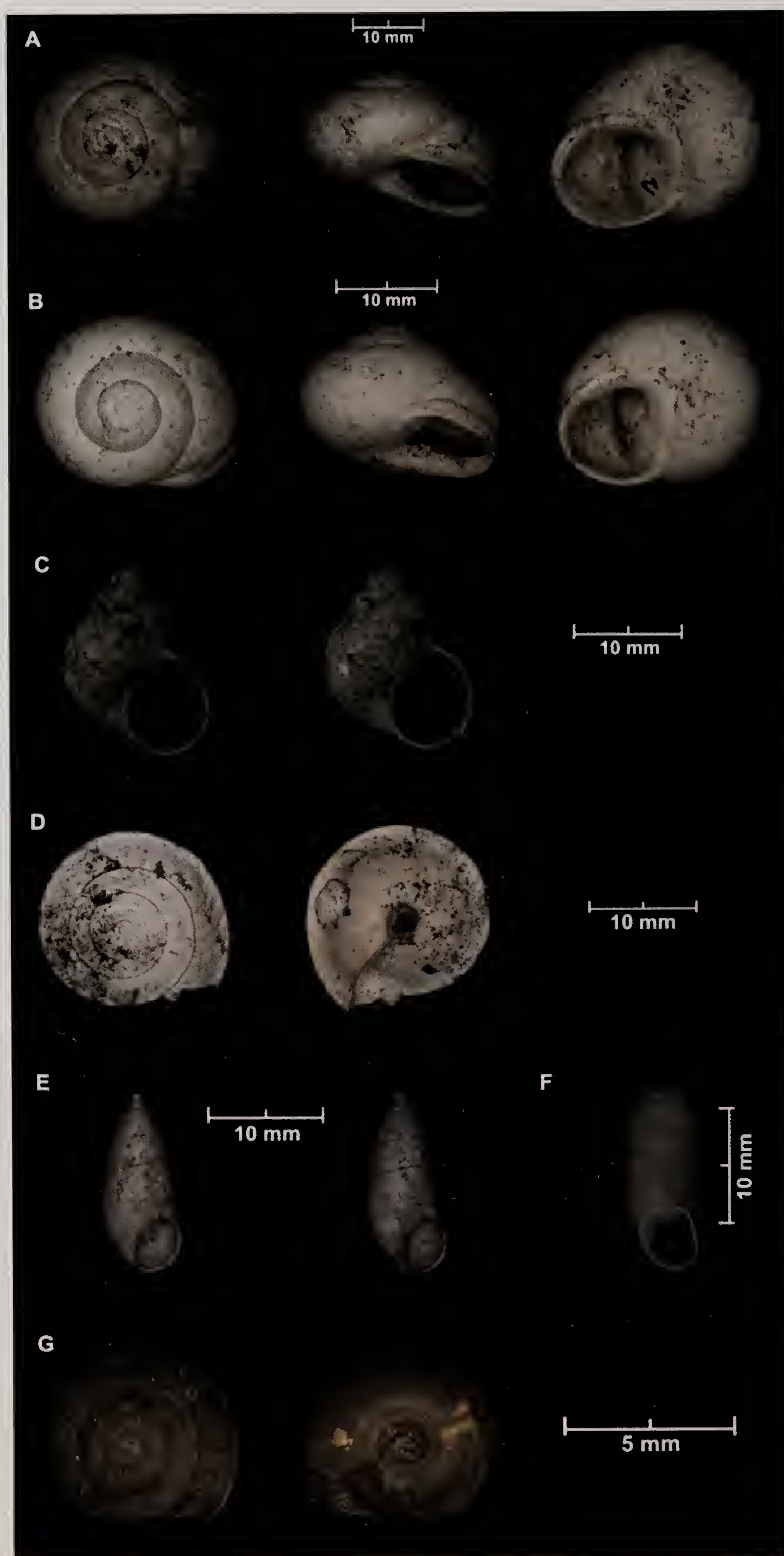
SUOMINEN, O., EDENIUS, L., ERICSSON, G. Y RESCO DE DIOS, V. 2003. Gastropod diversity in aspen stands in coastal northern Sweden. *Forest ecology and management*. 175: 403-412.

WALKLEY, A. & I.A. BLACK (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-37.

WILMSMEIER, L. & NEUBERT, E. 2012. On the inner morphology of pomatiid opercula – hidden structures. *Arch. Molluskenkunde*. 141(2): 233-249.

YANES, Y. 2005. *Estudio Paleobiológico de las asociaciones de gasterópodos terrestres de las islas orientales del archipiélago canario*. Tesis Doctoral. Universidad La Laguna, 345 pp.

YANES, Y., TOMASOVYCH, A., KOWALEWSKI, M., CASTILLO, C., AGUIRRE, J., ALONSO, M.R. & IBÁÑEZ, M. 2008 b. Taphonomy and compositional fidelity of Quaternary fossil assemblages of terrestrial gastropods from carbonate-rich environments of the Canary Islands. *Lethaia*. 249: 235-256.



Fecha de recepción: 26 de agosto de 2016 / **Fecha de aceptación:** 14 de octubre de 2016

Lámina 1.- A: *Hemicycla efferata*; **B:** *Hemicycla fritschi*; **C:** *Pomatias laevigatus*; **D:** *Canariella squamata*; **E:** *Napaeus cf. voggenreiteri*; **F:** *Gibbulinella dealbata*; G: *Caracollina lenticula*.